

No 1-18	作品タイトル ちすいとぅ 知粹塔	チーム名 kozo1004	チームメンバー ◎原田慈英理（明治大学） ◎菅野陽生（同左） ◎北原真央（同左） ○渡邊充規（同左）	自重 800 g アイス棒 620 本	カテゴリー 1
------------	------------------------	------------------	----------------------------------------------------------	------------------------	------------

## concept

### コンセプト:振り子制振

#### ?振り子制振とは?

振り子と建物の周期のずれによりお互いの揺れを打ち消しあって揺れを弱める構造。  
主に長周期の地震動を抑えるために用いられる。

#### ?なぜ振り子制振?

本大会ではおもりをタワー頂部に取り付けることが必須であるため、その特徴をあえて生かすタワーを作成したいと考え振り子制振を選択した

### 振り子の加速度低減効果の確認

○振り子周期・タワー架構形状決定のため、下記の条件の基に解析を行った。

#### ○モデル概要

解析モデル:多質点系せん断モデル(右図)。

(振り子は頂部青部分)

質点数は一定の精度を求めるため8質点に決定した。  
タワー各層のせん断剛性は、目標とするタワー単体の1次固有周期となる時の値とした。振り子のせん断剛性も同様の手法により決定している。

#### ○加速度低減効果の確認(下図)

振り子による加速度の低減効果を確認するため、タワー1次固有周期を1~10Hz、振り子周期を0~2秒の範囲で解析を行った。(刻みはそれぞれ0.05としている。)減衰は0.5%と極めて小さい値を与えている。また一部は下の2図から、振り子周期1秒においてタワーの周期の依らず応答を大きく低減している。しかし、一部タワー周期と振り子周期が一致している部分においては応答低減効果が小さいことが分かる。

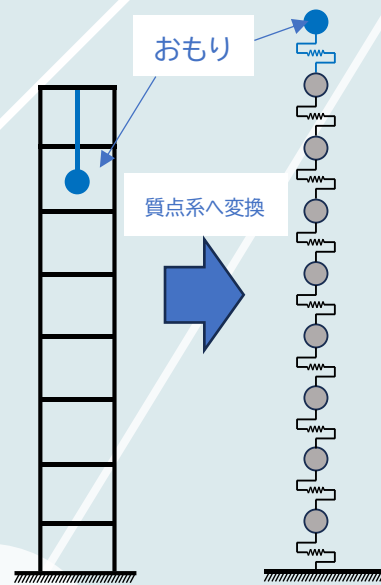


図 解析モデル

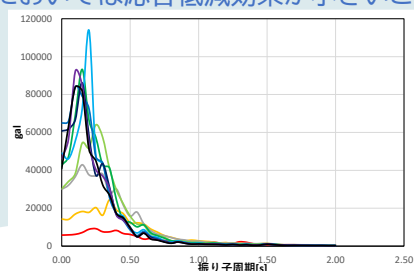


図 振り子の応答加速度

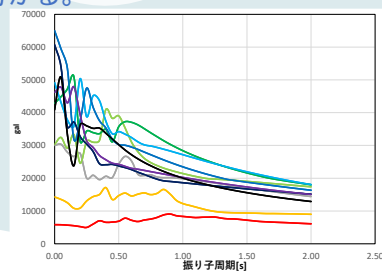


図 タワー頂部の応答加速度

## タワー及び振り子部分の設計

#### ○タワー高さ及び振り子周期の決定

振り子周期が1秒以上の場合の応答低減効果や製作時間を踏まえ、タワー高さを130cmとして振り子長さを25cm(振り子周期1秒)に決定した。

タワーの設計は、初期不整によるねじれ振動の励起や振り子によるせん断力低減を見込み、ファサードにブレースを多用することで、水平・ねじれ方向共に高い剛性を確保する方針とした。

#### ○自由振動実験に基づく試作タワーの固有値の確認・解析

上記の設計方針の下に試作タワーを作成し、自由振動実験を行った(右上図)。

実験結果より、タワー単体の一次固有周期は3~5Hz  
減衰は20~30%ということが分かった。

次に、実験結果を踏まえた解析によるタワーの必要耐力の確認を行う。タワー単体の1次固有周期を3~5Hz、減衰を20%~30%と変化させた多質点系せん断モデルによる応答解析を行った。(この時の減衰は1次固有周期に対して剛性比例減衰としている。)得られた加速度分布と試作タワーの各層重量からせん断力を算出した。その結果、最大で40~55Nのせん断力がタワーの1層目に生じることが分かった。(右下図)

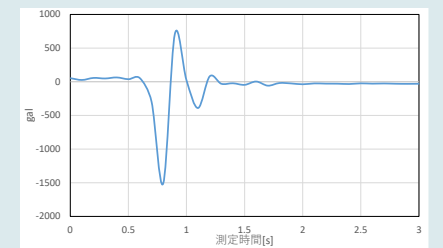


図 実験から得られた自由振動波形

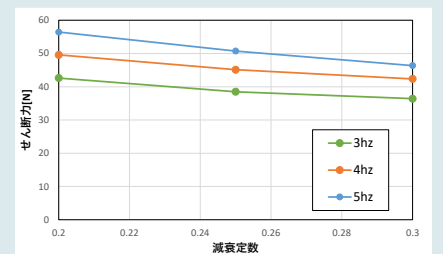


図 1層目のせん断力の比較

#### ○静的加力試験に基づくタワー保有耐力の確認

上記で得られたせん断力を基に静的加力試験を行った。その結果試作タワーが55Nのせん断力に耐えられることを確認し、タワーの安全性を確認した。

#### ○振り子の詳細検討

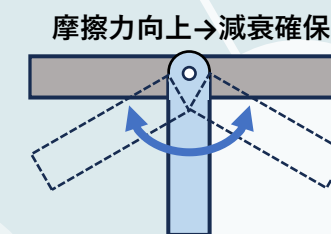


図 横から見た振り子の接合部

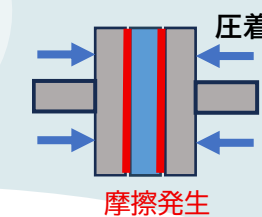


図 上から見た振り子の接合部

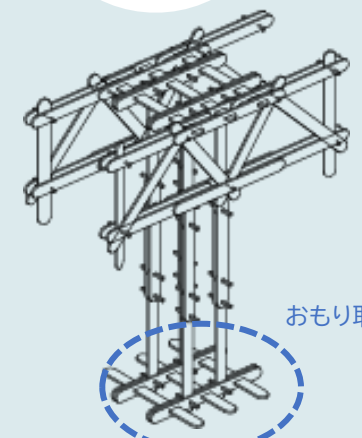


図 振り子イメージ図